

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕНЕРАЦИИ ПОТУШЕННЫХ РАСТВОРОВ ФЛУОРЕСЦЕИНА

Л. КОЗМА, К. ЧЕРНАИ\*, И. КЕЧКЕМЕТИ, Б. РАЦ и Ж. БОР

Институт экспериментальной физики университета им.  
А. Йожефа, г. Сегед

(Поступило в редакцию 1 февраля 1976 г.)

В работе описывается изучение генерации потушенных растворов. Показано, что сильно потушенные растворы со сравнительно низким порогом генерируют, и с ростом концентрации тушителя выход люминесценции и к. п. д. генерации пропорционально уменьшаются относительно друг друга.

Изучение люминесценции потушенных растворов красителей [1] позволило выяснить природу основных процессов, происходящих в центрах люминесценции. Так как тушение люминесценции посторонними веществами уменьшает квантовый выход и длительность возбужденного состояния, можно ожидать, что особенности генерации потушенных растворов дают ценные дополнительные сведения о механизме генерации сложных молекул. Первые исследования в этой области показали, что при сильной лазерной накачке выступают наведенные потери, обусловленные  $S_1^* \rightarrow S_n^*$  переходами [2]. В работе [3] показано, что тушение верхнего лазерного уровня  $S_1^*$  в значительной мере уменьшает наведенные потери. К сожалению, при этих исследованиях не изучался процесс генерационной способности потушенных растворов. Очевидно, что тушение вызывает два противоположно влияющих процесса: уменьшение  $\eta$ , которое ухудшает генерацию, и уменьшение наведенных потерь, которое улучшает её. В ряде работ показано (см., например, [4]), что некоторые тушители уменьшают и вредные потери  $T \rightarrow T$  переходов. В нашем эксперименте генерация произошла в наносекундном режиме, поэтому населенность триплетного уровня не играет роли.

Цель настоящей работы — описать изучение генерации потушенных растворов флуоресцеина. В качестве тушителя использовался  $KJ$ , концентрация которого менялась в пределах 0—1 моль/л. Растворителем служила смесь этилового спирта (85%) и воды (15%) или вода, концентрация флуоресцеина (производства фирмы Merck) была равна  $2 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Спектры поглощения и флуоресценции, а также квантовый выход определяли на спектрофотометре [5]. Генерация растворов изучалась с накачкой азотным лазером [6] в поперечном варианте. Максимальная мощность накачки — 100 квт с длительностью 5 нсек,

\* Кафедра физики и химии Педагогического института, г. Суботица

а  $\lambda = 337,1$  нм. Активный раствор находился в кювете с активной длиной 1 см, на торцах которой происходила генерация. Энергия накачки и генерация измерялась термостолбами в относительных единицах. Изменение энергии накачки осуществлялось применением стеклянных пластинок в качестве фильтров.

Зависимость относительного квантового выхода люминесценции  $\eta$  и относительного к. п. д. генерации от

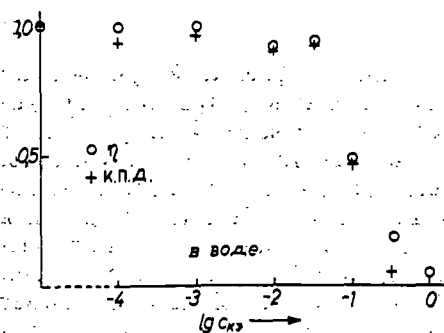
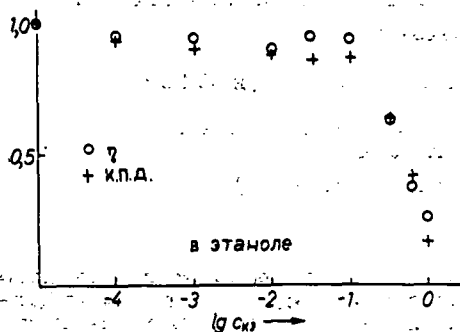


Рис. 1

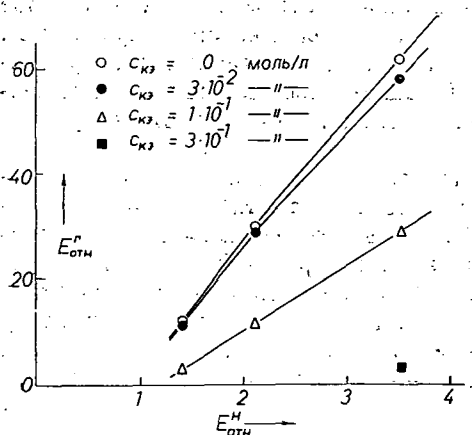


Рис. 2

концентрации тушителя показаны на рис. 1. Видно, что выход люминесценции флуоресцина в этаноле уменьшается в 5 раз, а в воде — в 20 раз при концентрации тушителя 1 моль/л. Длительность возбужденного состояния уменьшается в такой же мере [1]. Можно было бы ожидать, что при таком сильном тушении генерации может вовсе и не быть. Эксперимент показывает, что выход генерации параллельно меняется с выходом люминесценции. Это хорошо видно из рис. 1 (выходы изображены в долях выхода непотушенного раствора), где и при больших концентрациях тушителя получен такой же относительный к. п. д. генерации, как и люминесценции.

Сравнительно большая генерационная способность потушенных растворов, вероятно, связана с тем, что тушение уменьшает наведенные потери [3] в канале  $S_1^* \rightarrow S_n^*$ , вследствие чего уменьшается порог и увеличивается энергия генерации. Рис. 2 показывает зависимость энергии генерации от энергии накачки водного раствора при четырех концентрациях тушителя. Энергия накачки измерена в относительных единицах. Видно, что энергия генерации почти линейно зависит от энергии накачки, и крутизна кривых уменьшается с падением выхода люминесценции. Значения порога непотушенного раствора и при концентрации тушителя  $3 \cdot 10^{-2}$  моль/л одинаковые, а при  $1 \cdot 10^{-1}$  моль/л, когда выход люминесценции падает на 50%, порог возрастает приблизительно на 20%. Увеличение концентрации тушителя

на  $3 \cdot 10^{-1}$  моль/л уменьшает выход люминесценции на 18%, а порог увеличивается приблизительно в 3 раза, причем к. п. д. генерации падает на 5%.

Наши результаты показывают, что у потушенных растворов сохраняется генерационная способность, причем порог генерации увеличивается в незначительной мере, и энергия лазера падает, как и выход люминесценции. Эти особенности могут быть связаны с тем, что элементарные акты тушения второго рода происходят после элементарных актов возбуждения, поэтому накачка создает инверсионную населенность активных молекул практически независимо от концентрации тушителя. Во время разгорания люминесценции или генерации развивается и тушение, уменьшающее число спонтанных и вынужденных излучающих переходов, вследствие чего падает выход обоих излучений.

Для детального объяснения влияния тушения верхнего лазерного уровня на работу лазера проводятся дальнейшие исследования вопроса.

#### Литература

- [1] Галанин, М. Д.: Труды ФИАН СССР 5, 339 (1950); *Th. Förster: Fluoreszenz Organischer Verbindungen*, Vandenhoeck und Ruprecht, Göttingen, 1951.
- [2] Дастко, А. Д., Л. Г. Пикулик, Л. Ф. Гладченко, В. А. Слапенин: ЖПС 20, 649 (1974).
- [3] Гладченко, Л. Ф., А. Д., Дастко, Л. Г. Пикулик: Материалы Всесоюзной конференции «Лазеры на основе сложных органических соединений» МИНСК, 1975, стр. 114.
- [4] Грузинский, В. В., С. Д. Давыдов: ЖПС 23, 1009 (1975).
- [5] Ketskeméty, I., J. Dombi, R. Horvai, J. Hevesi, L. Kozma: *Acta Phys. et Chem. Szeged* 7, 17 (1961).
- [6] Кечкемети, И., Б. Рац, Ж. Бор., Л. Козма: *Acta Techn. Hung.* 80, 55 (1975).

#### INVESTIGATION OF LASING OF QUENCHED FLUORESCHEIN SOLUTIONS

*L. Kozma, K. Csernai, I. Ketskeméty, B. Rácz and Zs. Bor*

The experimental investigation of quenched laser dye solutions is described. As shown, the strongly quenched solutions have a relatively low threshold, and increasing the concentration of quencher the quantum yield and laser efficiency decrease similarly.